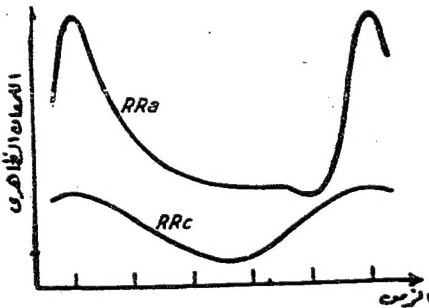


أقصر من ١٥ يوم . ومعظم هذه النجوم لها دورة أقصر من يوم واحد ، بينما حوالي ٦٦٪ منها لها دورات من ٤٠ إلى ٦٠ يوم . وفي المتوسط يبلغ مقدار التغير الضوئي قدرا واحدا . تحدث في بعض هذه النجوم تغيرات دورية في شكل المنحنى الضوئي وفي دورة تغيره تسمى بظاهرة بلاشكو . وفي حالة النجم - RR - السلياق نفسه (الممثل النمطي لهذه النجوم) يحدث تغير في اللمعان من ٠.٨ إلى ١.٢ قدرا . ويرجع التغير الضوئي إلى نبض النجم . وفي أثناء الزيادة والنقص المتظمين في قطر النجم توجد سرعات تصل حتى ٦٠ كم/ث . وعلى حسب شكل المنحنى الضوئي يتم التمييز بين ثلاثة أنواع لهذه المتغيرات : ففي نجوم RRa السلياق يتم الصعود إلى القمة أسرع بكثير من الهبوط إلى القاع . وفي نجوم RRc السلياق يستغرق كل من الصعود والهبوط زمنين متساويين . وبين هذين النوعين توجد نجوم - RRb - السلياق (الشكل) . ولما كان النوعان ، b ، متشابهين إلى حد كبير كما أن معظم النجوم يشاهد لها أشكالا متبدلة للمنحنى الضوئي ؛ مره a ومره b فإن هذين النوعين يسميان معا بنجوم RRab السلياق وتوجد في بعض الأحيان سواء في الفرع الصاعد أو النازل من المنحنى الضوئي إرتفاعات أو إنخفاضات .

تنتمي نجوم - RR - السلياق إلى العالقة من



كروكي المنحنى الضوئي لنوعين فرعيين من نجوم RR السلياق .

في المنطقة النابضة فإن ظروف درجة الحرارة والضغط في طبقات النجم الخارجيه تكون بحيث تزداد قابلية مادته للإمتصاص في خلال الإنكماش أثناء الأرجحه . وبذلك يتم إمتصاص طاقه الإشعاع بدرجة أكبر فيعلو كل من الضغط ودرجة الحرارة وتباعد أجزاء النجم عن بعضها . أما في خلال مرحلة التمدد فإن القدره على الإمتصاص تقل ويتم إشعاع طاقة أكبر إلى الخارج فتبرد الأجزاء الداخليه ويقل بذلك الضغط وينكمش النجم . وعلى كل فإن التبدل في القدره على الإمتصاص يحتفظ بنبض غير

نجوم - Z - الزرافة

Z - Camelopardalids stars

هي مجموعه من النجوم المتغيره ، تشابه في لمعانها وأطيافها ← نجوم - U - التوأمن . وتختلف نجوم - Z - الزرافه عن هذه النجوم أساسا بسبب ما يحدث فيها من توقف التأرجح اللمعاني . أى أن نجوم - Z - الزرافه تظل وقتا طويلا على لمعان متوسط .

نجوم الزمن

time stars

étoiles horaire (pf)

Zeitsterne (pm)

هي نجوم تم إختيارها بالقرب من خط الإستواء السماوى ومعروف مطلعها المستقيم بدقه بالغه ؛ تستعمل في غرض تعيين الزمن بالطريقه الفلكيه (← الزمن)

نجوم زيتا التوأمن

Zeta Geminorum stars

هي إحدى مجموعات ← نجوم دلتا قيفاوى .

النجوم السبعه

Seven stars, Pleiaden

هي نجوم ← الثريا

نجوم - RR - السلياق

RR - Lyrae stars

هي نجوم منتظمة في تغير لمعانها ودورة التغير فيها

نجوم - RW - العناز

RW - Aurigae stars

هي متغيرات نجمية يكون فيها تغيير اللمعان غير منتظم كلية وفجائى الحدوث ومقداره من ١ إلى ٤ أقدار. ومن ناحية أخرى يمكن أن يظل اللمعان ثابتا لأسابيع بطولها ؛ فتبدو حالة الإستقرار هذه غير مرتبطه بموقع معين من المنحنى.

ولا تزال أسباب التغيير الضوئى غير معروفه حتى الآن. وتبعاً لنوعها الطيفى فإن هذه النجوم تنتمى إلى نجوم - B - حتى - M ، وتتميز أطيافها بوجود خطوط إنبعاش. وهذه النجوم عبارة عن نجوم من التابع الرئيسى تتواجد بكثرة فى أو بالقرب من سحب غاز ما بين النجوم (السدم المجريه). ولذلك تسمى نجوم - RW - العناز أحيانا بالمتغيرات السديمية. ومن غير المعروف وجود أى تأثير لقرنها من السدم طالما أن أمثالاتها النقطيه، مثل النجم RW العناز نفسه، موجوده فى مكان خالى من السدم. ويفترض عموما بأن هذه النجوم ونجوم - T - الثور، التى تنطوى أحيانا تحت هذه النجوم، عبارة عن نجوم حديثه النشأه. ومن الممكن أن تكون نجوم T الثور مازالت فى مرحلة الإنكماش، فوقعها فى شكل هرتزسبرنج- رسل أعلى من التابع الرئيسى.

نجوم القلاص

Hyades

هي حشد نجمى يرى بالعين المجردة بجوار النجم α - الثور (الدبران) ويبلغ قطر الحشد ٤ بارسك، والمسافه بيننا وبينه حوالى ٤٠ بارسك. وأحيانا يعتبر القلاص، بسبب تساوى سرعات نجومه فى الفضاء، واحدا من ← الحشود المتحركه (أنظر الشكل هناك) وتحت إسم مجموعه القلاص أو تيار الثور تسمى تلك النجوم التى تنتمى إلى الحشدين ناحية حركتها وليس بسبب موقعها على الكره السماويه. وتشمل مجموعه القلاص نحو ٣٥٠ نجما تتحرك معا بسرعة ٣٢ كم/ث.

النجوم، على أساس أن غالبية أنواعها الطيفيه A ونادرا F وللمعان المطلق حوالى + ٥.٠ قدر. إلا أن بعض هذه المتغيرات له لمعان مطلق أقل من ذلك. وعن موقع نجوم RR السلياق فى شكل هرتزسبرنج- رسل؛ ← المتغيرات، الشكل. ولا توجد علاقة بين زمن التغيير الضوئى لنجوم RR السلياق وبين قوة إشعاعها ويدل شيوخ نجوم RR السلياق بكثرة فى الحشود النجومية الكرويه، والذى يرجع إليه تسميتها أحيانا بالمتغيرات الحشديه، بالإضافة إلى عدم إنتظام توزيعها فى السماء وسرعاتها الكبيره بالنسبه للشمس على تبعية هذه النجوم إلى الجمهور II.

النجوم الشارده

Runaway stars

هي نجوم من النوع الطيفى O أو B لها سرعات فضائيه عاليه؛ فتتراوح السرعات الخطيه المقاسه بين ٣٠، ١٠٠ كم/ث. والنجوم الشارده تنتمى على خلاف العاديات إلى الجمهوره الأولى المتطرفه. ومن المحتمل أن تكون النجوم الشارده قد نشأت فى تجمعات ثم أخذت بعد ذلك فى الابتعاد بسرعات عاليه نسبيا. ومن الممكن أيضا أن تكون هذه النجوم عبارة عن أعضاء سابقين فى مزدوجات نجميه فقلت المركبه الأخرى فيها أجزاء كبيره من كتلتها أثناء انفجار سوبر نوفا لدرجة لم تعد غير قادرة على الإحتفاظ بالنجم الشارد فى مداره.

النجوم الشواذ

Peculiar stars

هي نجوم ذات مميزات خاصه لا يمكن تعليلها عن طريق التقسيم الطيفى. ويتم تمييز مثل هذه النجوم بحرف P صغير يوضع بعد النوع الطيفى للنجم (إلى اليمين).

نجوم W العنقاء

W - Virginis Stars

هي إحدى مجموعات ← نجوم - دلتا - قيفاوى.

والتغير ليس واضح التحديد تماما وفي حالة المتغيرات الطيفية يكون النجم متغيرا إذا لم يظل اللمعان الكلى ثابتا أو قليل التغير ، وإن كانت شدة أحد أو عدد من الخطوط الطيفية تتعرض لتغيرات مع الزمن

إن القطع بما إذا كان نجم ما يتغير حقيقة أم لا ، يمكن الوصول إليه أحيانا بعد أعوام طويلة على سبيل المثال في المتغيرات طويلة الدورة . وفي خلال هذا الوقت لابد من متابعة لمعان النجم عن طريق القياسات الدائمة . واضنا من ذلك هو إستخراج المنحنى الضوئى ، ومنه نحصل على مقدار التغير الضوئى ، علاوة على ذلك فإن المنحنى الضوئى هو الخاصية الأساسية لتقسيم المتغيرات . ونحصل على المنحنى الضوئى فى أبسط الحالات بالطريقة البصرية بمساعدة طريقة ← التقدير السلمى ، التى تطبق بنجاح أيضا فى إستنتاجات الصور الفوتوغرافية وأدق شئ هو أن يقاس التغير الضوئى بطرق كهروضوئية (← فوتومتري) . بهذه الطريقة أمكن قياس تغير فى اللمعان من بضع ٠.٠١ قدرا . يصل العدد الكلى للنجوم أكيدة التغير ، أى المعروف لها عناصر التغير الضوئى : المقدار والدورة ووقت حدوث أقصى لمعان أو أقل لمعان محدد وكذلك خصائص التقسيم الأخرى ، إلى حوالى ٢٠٠٠٠ نجما وهو دائم الزيادة .

التقسيم : يتم تصنيف المتغيرات إلى أقسام تستند على مظهر المنحنى الضوئى . وقد إتضح ضرورة إستخدام خواص أخرى للنجوم فى التقسيم ، وذلك عندما تتأثر عناصر قسم معين مع بعضها فيزيائيا وتختلف مع قسم آخر . ومن الخصائص الإضافية الأساسية : اللمعان المطلق والنوع الطيفى أى الموقع فى - حل برترسرينج - رسم ، ظروف الحركة والوضع فى داحر مجموعة سكة التبانة . وبذا كنا نعرف طيف حوالى ٢٥٪ فقط من كل المتغيرات ، لذلك لابد لنا تثير من الإعتماد على مظهر المنحنى الضوئى وحده .

نجوم - UV - قيطس

UV - Cetei stars

هى تسمية أخرى ← للنجوم المتأججه .

نجوم الكربون

carbon strs

هى نجوم النوعين الطيفيين R ، N يظهر فيها بوضوح مركبات الكربون مثل جزئيات السيانونجين .

نجوم الليثيوم

Lithium stars

← شيوخ العناصر الكيماوية .

النجوم المتأججه وتسمى أيضا نجوم - UV - قيطس

Flare Stars

وهى نجوم متغيره اللمعان يكون فيها تأرجح اللمعان فى فترات غير منتظمة وفجائيا . ويمكن أن يصل التارجح إلى ٦ أقدار . ويبلغ اللمعان الأقصى خلال بضع ثوانى كما يتطلب التزل إلى اللمعان العادى فترة قصيره أيضا ، حوالى ٣٠ دقيقه . ويمكن أن تكون أسباب زيادة اللمعان راجعة إلى ظواهر شبيهه بما يحدث أثناء الإضطرابات الشمسيه . يدل على ذلك العلاقه الوثيقه بين تأرجح شدة الضوء فى كل من النطاق البصرى والراديو من الطيف ، الشئ الذى يلاحظ فى بعض النجوم المتأججه مثل نجوم UV قيطس التسميه الأخرى لهذه النجوم . وتسمى النجوم المتأججه إلى الأنواع الطيفية المتأخره . كما يتمى أيضا إلى هذه النجوم أقرب نجم إلى الشمس ، نجم الأقرب القنطورى .

النجوم المتغيرة

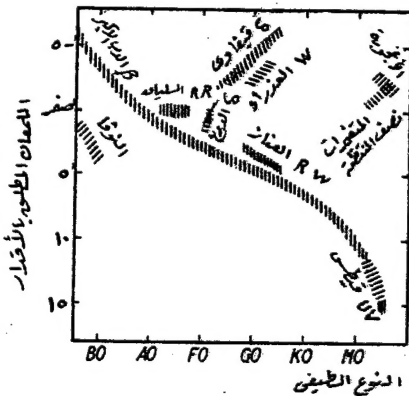
variable stars

étoiles variables (pf)

veränderliche Sterne (pm)

هى نجوم ثوابت بتغير لمعانها مع الزمن بشدة ولما كان الدليل على تغير اللمعان يعتمد على حساسية مستقبل الإشعاع (العين أو اللوح الفوتوغرافى أو الخلية الضوئية) ، فإن الفرق بين كل من اللمعان المتغير . لمعان الثابت وبالتالي بين كل من السحبه العادى

الضوء . وفي هذا الشأن فإن المتغيرات غير المنتظمة توجد في منطقة العالقة وفوق العالقة من شكل هرتز سبرنج - رسل أما في حالة المتغيرات الانفجارية فإن التغيير الضوئي يحدث غالبا خلال إحدى أو عديد من الانفجارات المتكررة ، المصحوبة بقذف مادي يعانى منه النجم أو غلافه الجوى فقط . ويكون تقسيم المجموعات في هذه المتغيرات أفراد التابع الرئيسى تبعاً لشدة الانفجار . يسمى جزء من متغيرات التابع الرئيسى يشمل ذوات التغيير السريع في اللعان من النجوم باسم نجوم RW العناز ؛ ومن خصائص تلك النجوم أنها توجد على حافة أو في داخل سحابة بين نجمية ، وإن كنا لا نعرف إن كان ذلك يتعلق بتغيرها . لذلك تسمى هذه المجموعة من النجوم أيضا بالمتغيرات السديمية .



وضع المجموعات المتغيرة المختلفة من النجوم في شكل هرتز سبرنج - رسل .

يعطى الجدول التالى نظره عن التقسيم الكلى ، ويراعى وجود تداخلات عديدة بين المجموعات المختلفة وأن التقسيم الذى بنى بالغرض يمكن الوصول إليه عندما نعرف القوانين الفيزيائية للتغيير الضوئى بالدقة الضرورية . وتدل الأعداد المميزة للمجموعات المختلفة على إتماء هذه المجموعات لأى من الجهرتين I أو II . كما أن الخواص المميزة توجد تحت إسمها .

وتزداد صعوبة التقسيم أيضا بسبب عدم المعرفة الدقيقة بنظرية المتغيرات (انظر بعده) وبالتالى للأسباب الفيزيائية في التغيير الضوئى للأنواع العديدة . وتختار أسماء النجوم ذات الخواص النمطية كأسماء للأقسام المختلفة .

يتم تقسيم المتغيرات أساسا في مجموعتين كبيرتين هما المتغيرات العضوية والمتغيرات البصرية . والمتغيرات العضوية أو المتغيرات الذاتية عبارة عن نجوم يحدث تغييرها الضوئى بفعل تغييرات في قوة الإشعاع مع الزمن ، على أن يشمل التغيير نصف القطر ودرجة الحرارة الفعالة و (أو) الطيف . أما المتغيرات البصرية فلها أبعاد ثابتة وهى عبارة عن نجوم مزدوجة يحدث التغيير في ضوئها إما بواسطة الكسوف الدورى من أحد النجمين للأخر (← المتغيرات الكسوفية) أو بفعل الأبعاد المتغيرة للسطح المرئى المضيء (← متغيرات الجسيمات الناقصة) . ومن المتغيرات المعروفة نجد حوالى ٨٠٪ عبارة عن متغيرات عضوية .

تندرج المتغيرات الفيزيائية في مجموعتين حسب شكل تغيير الضوء : الجزء الأساس ويضم ٩٠٪ من كل المتغيرات الفيزيائية المعروفة يسمى بالمتغيرات النابضة ، أى أن التغيير في ضوئها يحدث خلال تغييرات منتظمة إلى حد ما (نبضات) في نصف القطر وكذلك أيضا خلال التغيير في درجة الحرارة الفعالة ، في هذه المجموعة توجد متغيرات يحدث فيها التغيير الضوئى بانتظام كبير ، بحيث يمكننا بدقه ولوقت طويل تحديد أوقات حدوث اللعان الأكبر أو اللعان الأصغر مسبقا . ويختلف الوضع عن ذلك بالنسبة للمتغيرات النصف منتظمة ، التى يمكن أن يتغير فيها طول الدورة بين حدود متباعدة والتى لا يبق فيها أيضا شكل ومقدار المنحنى الضوئى ثابتين بأى حال من الأحوال . وفي التقسيم الأكثر دقة للمتغيرات النابضة تستخدم أيضا كخصائص أطوال الدورات ، وهى في المتوسط أقصر ما يمكن في حالة نجوم RR السلياق ، كذلك خاصية إنتظام تغيير

نظام تقسيم النجوم المتغيرة (بين الأقواس أعطيت الجمهرة) .

I - المتغيرات الذاتية :

المتغيرات النابضة :

نجوم RR السلياق (II ، I)
نجوم دلنا الدرع
نجوم دلنا قيفاوى (I)
نجوم W العذراء (II)
نجوم بتيا الكلب الأكبر (I)
نجوم الأعجوبة (II ، I)
المتغيرات نصف المنتظمة (II ، I)
نجوم RV الثور (II ، I)
نجوم α^2 كلاب الصيد
المتغيرات غير المنتظمة (II ، I)

المتغيرات الانفجارية :

النوفا (II ، I)
المتغيرات الشبيهة بالنوفا
السوبر نوفا (II ، I)
نجوم R الإكليل الشمالى
نجوم RW العناز (I)
نجوم U التوائين
نجوم UV قيطس
نجوم Z الزرافة

II - المتغيرات البصرية

المتغيرات الكسوفية المتغيرات البيضاء

I أو تركيباته مع الحروف الأخرى في هذا التقسيم لما يمكن أن يحدث من خلط بينه وبين الحرف I . وبهذه الطريقة يوجد ٣٢٥ إمكانية أخرى للتسمية . وفي حالة وجود أكثر من ٣٣٤ متغيرا في كوكبة ما يتم ترقيم المتغيرات بعد هذا العدد بحيث يسبق الرقم حرف V ويتبعه اسم الكوكب أو اختصاره ، مثال ذلك متغير V787 القوس والرامي . وتطلق بعض المراصد على ما تكتشفه من متغيرات رموز خاصة بجانب أرقام تسجيلها في سجل الإكتشاف ، وذلك مثل ما يفعله مرصد زونبرج : S5218 ، مرصد هارفارد HV7876 . أما قبل التسمية النهائية فتحمل المتغيرات في الغالب رمزا مؤقتا .

المصنفات : أحد مصنفات النجوم المتغيرة هو الفهرس العام الجديد للنجوم المتغيرة الذى يعده الفلكيون السوفيت «كوكاركين» و«باريناجو» و«إفريموف» ، و«خولوبوف» وآخرون بناء على تكليف من الإتحاد الدولى الفلكى وذلك كل ١٠ سنوات مع إضافات سنوية . وتحتوى طبعة عام ١٩٦٩ لعدد من ٢٠٤٤٨ نجما برموزها وإحداثياتها

لم يتم فقط إكتشاف المتغيرات في مجموعة سكة التبانة (المتغيرات المجرية) وإنما أيضا بأعداد كبيرة في المجموعات النجمية الأخرى . والمتغيرات النابضة من نوع دلنا قيفاوى تلعب دورا فاصلا في تحديد مسافة هذه المجموعات النجمية (← مجموعة نجمية) .

التسمية : يرمز للمتغيرات في كوكبة ما على التوالى بحرف لاتينى من R حتى Z متبوعا بإسم الكوكب أو اختصاره وذلك تبعا للنظام الذى إقترحه الفلكى الألمانى «أرجى ليندر» (١٧٩٩ - ١٨٧٥) مثل S الثعلب ، وذلك إذا لم تكن هذه المتغيرات قد سُميت من قبل تبعا لقياسات «بايرز» السماوية ، وتلك عبارة عن خريطة نجمية يرجع تاريخها إلى عام ١٦٠٣ . ومثال ذلك دلنا قيفاوى . وحيث أنه قد يوجد في كوكبة واحدة أكثر من تسع متغيرات ، فقد أدخلت الحروف اللاتينية المزدوجة، RR،....، RZ، SS ،....، SZ النخ حتى ZZ وأخيرا أيضا AA ،....، AZ ، BB ،...، BZ حتى QQ ،....، QZ مثل CN الجبار . ولا يدخل الحرف

الشمس نجد نحو خمسة منها مزدوجة أو متعددة . وفي داخل كره نصف قطرها ٥ بارسك حول الشمس نجد أن ٤٠٪ من النجوم مزدوجة أو عديدة . وعموما فإن كل رابع نجم تقريبا في الطريق اللبني مزدوج أو عديد النجوم .

أى أن هذه المجموعات شائعة تقريبا مثل النجوم المنفردة . والمزدوجات العضوية مهمة في الفيزياء الفلكية ، حيث يمكن فقط بواسطتها الحصول على معلومات دقيقة عن كل من الكتل والقطر والكثافة . وهذه المعلومات تعتبر نمطية للنجوم المنفردة ، ولو أن ذلك ليس الحال دائما .

التسمية . - في حالة ما إذا كان النجم المزدوج لا يحمل حرفا أو رمزا من الكوكبة أو البرج الذي يسمى إليه فإن هذا النجم يميز بإسم مكتشفه والرقم الذي أدرج به في سجل الإكتشاف . وتستعمل للأسماء اختصارات ؛ فتدل H على ويليام هرشل ، h على جون هرشل ، γ على ويليام ستروكا ، على إيتكن ، R على راى .. وهكذا .

التقسيم : - تنقسم المزدوجات العضوية إلى أربع مجموعات حسب إمكانية رصدها : ١ - بصرية ، ١ - طيفية ، ٣ - فوتومترية ، ٤ - أسترومترية (أو تسمى أحيانا بالمزدوجات التي ليس لها تابع مرئى) . ويلاحظ أن هذا التقسيم ليس واضح الحدود تماما فالمزدوجات الفوتومترية تعتبر مجموعته فرعيه من المزدوجات الطيفية .

١ - يفهم تحت المزدوجات البصرية تلك المزدوجات التي يمكن تمييز مكوناتها بأحسن الأجهزة الضوئية . ويأتى الحكم الفاصل بكون المزدوج البصرى حقيقة مزدوج عضوى في بعض الأحيان بعد بضع سنين . كما أن الاختلاف في الحركة الذاتية قد يعطى الإنطباع بأن هذا المزدوج الضوئى عبارة عن مزدوج عضوى . وتعطى الإزاحة في المدار البيضاوى أول دليل على أن هذا ليس مزدوجا ضوئيا وإنما

وسرع تغييرها الضوئى وكذلك مقدرا . لتغيير في لمعانها وتوابعها الطيفى . أما الخرائط الضرورية للتعرف على المتغيرات الخافتة فنجدتها مبعثرة في المنشورات والدهيات العلمية . ويجمع كتاب تاريخ وما نُشر عن نغم ضوء النجوم المتغيرة كل ما نُشر عن تلك النجوم

النجوم المزدوجة (المزدوجات النجمية)

double stars

١ - المزدوجات الضوئية : منها يظهر نجمان في نفس الاتجاه في السماء تقريبا إذا نظرنا إليهما من الأرض . أى أن ظهورهما كذلك يكون ظاهرا . في وضع تلاصق تقريبي على الكرة السماوية ، في حين أنها في الحقيقة على مسافتين مختلفتين جدا من الأرض وبالتالي فإنها بعيدتين جدا عن بعضهما في الفضاء . والمزدوجات الضوئية ليست ذات أهمية كبيرة في الفلك .

٢ - المزدوجات العضوية : وفيها يتواجد نجمان على مسافة بسيطة من بعضهما في الفضاء ، كما أن جاذبيتها المشتركة كبيرة بحيث يكونان وحدة عضوية ، أى أنها يتحركان حول مركز ثقل المجموعة تبعاً لقانون كبلر . وفي مثل هذا المزدوج يرمز للمركبة الأملج (النجم الرئيسى) بالرمز A بينما يرمز للنجم الأخرى (التابع) بالرمز B . أما إذا تكونت مجموعة عضوية من أكثر من نجمين فإنها تعرف بإسم ← نجم متعدد .

يمكن أن تكون المسافة بين النجمين صغيرة جدا بحيث تنتقل مادة أحدهما إلى الآخر . ومن ناحية أخرى قد تكون المسافة كبيرة جدا بحيث تبلغ مائة مرة قدر المسافة بين الشمس وبلوتو ، أبعد كوكب في المجموعة الشمسية . ويتراوح زمن الدورة بين ساعات قليلة ويضع آلاف السنين .

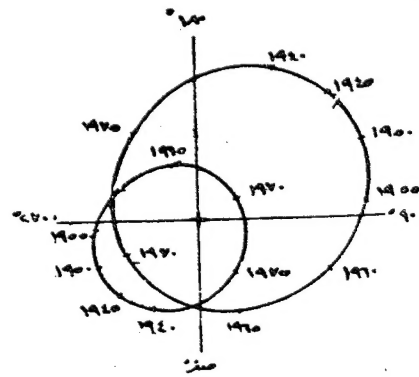
من النجوم التي نراها بالعين المجردة حوالى ٢٠٪ مزدوجات عضوية وبين كل ستة نجوم قريبه من

تطوفان حول مركز ثقلها بطريقة متشابهة تبعا لقانون كبلر . وهذه الحركة الخفيفة المطلقة للنجمين لا يمكن رؤيتها بطريقة مباشرة ، ولكن يمكن فقط رؤية مسقطها على المستوى المماس لقبة السماء . وهذا بدوره فقط عندما نعين التغيير في المكان لأحد النجمين ، في القاعده النجم الرئيسي ، خلال المقارنه بنجوم أخرى . أما بالنسبة للنجم الأخر فيكني تحديد الوضع النسبي بالنسبة للنجم الرئيسي مقاسا ، على سبيل المثال ، خلال مسافة زاويه وزاويه وضع . وعلى العموم فإننا نعين مسقط حركة التابع بالنسبة للنجم الرئيسي . والحركة النسبيه الحقيقيه للتابع بالنسبة للنجم الرئيسي تتم في قطع بيضاوى يحتل النجم الرئيسي إحدى بؤرتيه . وهذا القطع البيضاوى مشابه لحركة كل نجم على حده حول مركز الثقل المشترك ، إلا أن الأحجام قد تختلف . وفي الحركة الظاهرية النسبيه يصنع التابع أيضا قطع بيضاوى غير شبيه بالقطع الحقيقى . كما أن هذه الحركة الظاهرية لا تقتضى أن يكون النجم الرئيس في بؤرة القطع البيضاوى ، بل يمكن أن يتواجد في أى نقطه داخل هذا القطع .

يتم خلال تحديد مدارات المزدوجات البصريه تحديد المدار الحقيقى من المدار الظاهرى . ويكون الهدف هو تعيين ٧ من عناصر المدار الحقيقى . والسبب في زيادة العدد إلى سبعة يرجع إلى أن كتلتى النجمين غير معروفه ، ولهذا لا يمكن تطبيق قانون كبلر الثالث ، الذى يربط بين عناصر المدارين وكل من القطر الأكبر وزمن الدوران بطريقة مباشره ، لأن الكتله الغير معروفه تدخل في هذا القانون . ولابد من تحديد كل مدار على حده أولا . فإذا عرفنا كل منهما على حده أمكننا بواسطة قانون كبلر الثالث تعيين مجموع الكتلتين . وبالتحديد فإن المدار الحقيقى يتم تحديده عندما نعرف كل من عناصر المدار الديناميكيه (زمن الدوران وزمن الحضيض للتابع) وكذلك

عضويا . واحتمال أن تكون النجوم المتجاوره جدا إلى بعد زاوى معين أزواجا عضويه يقل كلما إنخفض اللمعان الظاهرى ، لأن اللمعان الصغير يعنى فى المتوسط مسافه أكبر للنجوم عن الأرض ، والبعد الكبير عن الأرض يعنى مع نفس البعد الزاوى مسافه أكبر فى الفضاء (مسافه خطيه) بين النجوم . وحيث أن النظام يميل أكثر لأن يكون عضويا كلما صغرت المسافه الخطيه بين نجميه فقد أدخل «إيتكن» شرطا تعتبر تبعاله كل المزدوجات ، ذات القدر m التى يكون لو غاريتم المسافه الزاويه بينهما مقاسه بالثانيه القوسيه أقل من $(2.8 - 0.2m)$ ، عضويه . وعلى ذلك تصير ، على سبيل المثال ، كل مزدوجات القدر العاشر التى نقل المسافه الزاويه بين نجميه عن ٦ مزدوجات عضويه ، وذات البعد الأكبر عن ذلك ضوئيه . وفى المصنف الكبير للنجوم الذى أصدره «إيتكن» (المصنف الجديد للنجوم) يوجد ١٧١٨٠ مزدوجا فقط توافق هذا الشرط . ومن بين ٦٥٠٠ نجما مزدوجا تم تصنيفها فإننا نعرف المدارات الدقيقه لحوالى ٦٠٠ منها فقط . ومن المؤكد أن جزءا من المزدوجات الباقية مزدوجات ضوئيه .

إن علاقات الحركة فى المزدوجات العضويه هي نتيجة كتلتى مركبتيه المتساويه ، بحيث أن النجمين

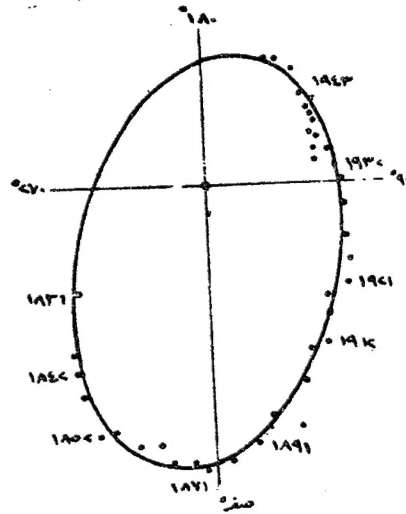


١ مدارى مركبتى المزدوج النجومى كروجر ٦٠ حول مركز الثقل المشترك + . وتعطى السنون مواقع المركبة فى المدار فى الأوقات المختلفه .

ويتطلب تحديد المدار بقدر الإمكان مواقع دقيقة للتابع بالنسبة للنجم الرئيسي . وعلاقات تحديد المدار بالنسبة للنجوم المزدوجة تختلف عنها في حالة المجموعه الشمسيه . ففي المجموعه الشمسيه يتم ذلك من خلال عدد قليل ولكن دقيق من المواقع . ونتيجة صغر الأبعاد في حالة النجوم المزدوجة فإن أخطاء القياس تؤثر بدرجة كبيره ، ولو أن الخطأ المتوسط يمكن تقليله باستعمال المنظار إلى آر. وفي التصوير الفوتوغرافي إلى ٠.٠٠. لهذا فإننا نحتاج في تعيين مدارات النجوم المزدوجة إلى عدد كبير بقدر الامكان من أماكن كثيره في زمن طويل . ومن هذه المعلومات يمكن إستنتاج مواقع يتعادل فيها الخطأ ثم يستعان بنقط من على القطع المرسوم لتحديد المدار.

يضم الجدول الآتي بعض المعلومات لبضع مزدوجات نجميه . ويلاحظ أن النجم ADS 12096 هو المزدوج البصري ذو أصغر زمن دوران وأن O2 اللب الأكبر ذو أكبر زمن دوران . أما المزدوج الذي كان يعرف قديما بإسم BD - 8⁰4352 بزمن دوران ١٧ سنة فهو في الحقيقه نجم ثلاثي . وكون تعيين المدار غير أحادي الدلالة دائما يتضح في المجموعه 104 - الثور ، التي يمكن تمثيل أرصادها (حسب «إجن») بمدارين :

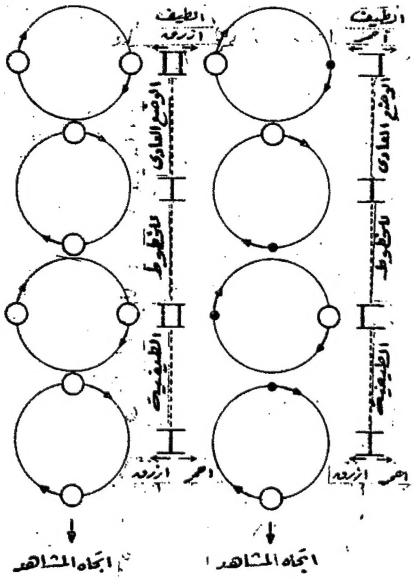
الأبعاد التي تحدد مدار التابع (القطر الأكبر للمدار بالثانيه القوسيه والإهليجييه) وعناصر تحديد الإتجاه في الفضاء (ميل مستوى المدار بالنسبه للمستوى المماس والزوايه بين إتجاه الشمال وخط العقدين والزوايه بين خط العقدين وخط الأوج والحضيض) . كما يمكن بمعلومية إختلاف منظر النجم المزدوج حساب طول القطر الأكبر بمقاييس طوليه ، على سبيل المثال بالوحدات الفلكيه . وهناك أيضا طرق تحليليه وهنسيه معروفه لتحديد المدار بالنسبه لنجم مزدوج .



٢ المدار الظاهري للتابع المزدوج النجمي 73 Σ (١٦ المرآة السلسله) النجم الرئيسي الموجود في مركز الاحداثيات .

المزدوجات البصرية

الاسم	زمن الدوره (بالسنة)	نصف المحور الأكبر للمدار		اللمعان الظاهري (بالقدر)		الكتله (وحدة كتلة الشمس)	
		بالثانيه القوسيه	بالوحده الفلكيه	النجم ١	النجم ٢	النجم ١	النجم ٢
الفرس الأصغر	٢,٦٨	٠,١٢٩	٢,٣	٦,٨٢	٧,٤	٠,٨٦	٠,٨٢
الكوئل	٥,٦٠	٠,٢٦٥	٤,٢	٥,٣١	٥,٤	١,٠٦	١,٠٤
كروجر ٦٠	٢٣,١٨	٠,٥٨	٨,٧	٥,٨٣	٦,٤	١,٠٠	٠,٨٨
الشري إيجانيه	٤٤,٦	٢,٤١	٩,٥	٩,٨	١١,٥	٠,٢٧	٠,١٦
٦١ الدجاجة	٤٩,٩	٧,٦٢	٢٠,٥	١,٤٣	٨,٦٤	٢,٢٨	٠,٩٨
المرآة السلسله	٦٩١,٦١	٢٤,٤٤	٨٠,٠	٥,٥٧	٦,٢٨	٠,٥٥	٠,٥١
اللب الأكبر	٣٥٥٤	١,٨٤	١٥٠	٤,٥٠	٦,١	١٦,٦٧	٧,٠٠
	١٠٨٥٠	٢٥,٥٠	٤٨٠	٤,٩٣	٨,١	١,٣٤	٠,٣٨



٣ - الازاحة الخطية الناتجة من السرعة الخطية في طيف المزدوجات الطيفية . الى اليسار : المركبتان متساويتان في اللمعان . الى اليمين : احدى المركبتين أخفت من الأخرى ، وفي هذه الحالة يمكن فقط رصد طيف المركبة اللامعة .

تفريق المناظير . ولهذا الغرض تُختار سلسلة من المزدوجات بحيث يكون نجمها على نفس اللمعان بقدر الإمكان وتقل المسافة الزاوية بينها بالتدرج . ويرصد هذه المزدوجات في نفس النظام في اتجاه قلة المسافة حتى نصل إلى المزدوج الذي يمكن بالكاد تميز نجميه . وفي الجدول التالي مجموعة من المزدوجات البصرية (أو مركبتين فقط من النجم المتعدد تظهر في المناظير الصغيرة كمزدوجات بصرية) .

١ - قطع ناقص طويل ذو إهليجيته قدرها ٩٠ ر. ويميل ٧٣ على المستوى المماس وزمن الدور ١٩ سنة ،
٢ - مدار دائري الشكل يقع تقريبا في المستوى المماس . إلا أن مدة الدور فيه تبلغ ضعف ما في المدار الأول . وهناك بالتأكيد مجموعات لها أزمنة دوره أطول أو أقصر بكثير عما يحتويه الجدول وإن كان وجود مثل هذه المزدوجات يصعب إثباته ؛ حيث يتطلب تحديد مدارات المجموعات طويلة الدورة فترة رصد طويلة بينما لا يمكن تمييز المجموعات قصيرة الدورة بصريا لقرب المسافة بين نجميها . ولذلك فإنها يقعان في مجموعة المزدوجات الطيفية .

توجد المزدوجات البصرية في جميع الأنواع الطيفية . ويشيع وجودها في الأنواع الطيفية المتقدمة والمتوسطة تقريبا من A حتى G ؛ كذلك توجد في النجوم المزدوجة عملاقة وأقزام بنفس النسبة . وهناك مزدوجات نجميها الإثنين عمالقه أو أقزام . كذلك توجد مجموعات تتكون كل منها من عملاق وقزم . وللمزدوجات التي يكون أحد نجميها أبيض أهمية خاصة في دراسة تطور النجوم . وحتى الآن لم يتم إستنتاج إختلافات في شيوخ المزدوجات البصرية من حيث كل من اللمعان المطلق والكتلة وتوزيع وظروف الحركة .

تصلح المزدوجات البصرية جيدا لإختبار درجة

مزدوجات بصرية لتحسين قوة تفريق منظار ما

الاسم	اللمعان الظاهري بالفتر		المسافة بين النجمين بالتابع القوسه
	النجم ١	النجم ٢	
الحوت ٢٠	٥,٦	٦,٦	٢٣,٨١
التوأمن ٢٠	٧,٢	٧,٨	١٩,٨٥
القهد ٢٠	٧,٣	٧,٥	١٤,٩٥
الزرافه ١	٥,٩	٦,٩	١٠,٣٥
الحمل ٤	٤,٨	٤,٩	٧,٩١
الثور ١١٨	٥,٩	٦,٧	٤,٨٣
الحوت ٥٤	٤,٣	٥,٣	٧,٠٧
الحمل ٤	٥,٢	٥,٥	١,٤١

واحد . فمن سير السرعات الخطية للمركبتين ومن زمن الدوران يمكن تعيين النسبة بين المدارين ، ومنها يمكن حساب النسبة بين الكتلتين بمساعدة قانون كبلر الثالث .

في العادة يقل زمن دوران المزدوجات الطيفية عن ٥ سنوات ، ويكثر بين سنتين إلى ٥٠ يوما . وأقل دوره ثم رصدها حتى الآن هي للنجم WZ السهم وتبلغ ٨٠ دقيقة . وهذا النجم في نفس الوقت متغير كسوفي عانت إحدى نجومه من انفجار تجدد في كل من عامي ١٩١٣ ، ١٩٤٦ . وهناك مزدوجات طيفية ذات دورة تزيد عن ٢٠ عاما . وأكبر سرعة خطية ثم رصدها حتى الآن بلغت ١٤٠٠ كم/ث وأصغرها تبلغ بالكاد أقل من ٢ كم/ث وتحدث في المزدوجات ذات أكبر زمن دوران أو أقل ميل .

توجد المزدوجات الطيفية أيضا مثله في جميع الأنواع الطيفية ، لكنها أكثر شيوعا في النوعين A ، B . وعلى وجه العموم فإن المزدوجات الطيفية التي يتقارب نجميها ، أي ذات زمن الدورة القصير في المتوسط هي غالبا من نجوم الأنواع الطيفية O ، B ، A ، F . والنجوم العالقة من النوع الطيفي المتوسط والمتأخر ، أي من الأنواع G حتى M توجد في المزدوجات ذات زمن الدوران الطويل . وكما في المزدوجات البصرية لا توجد فروق كثيرة بين المزدوجات الطيفية والنجوم المنفردة .

لقد كان للمزدوجات الطيفية أهمية كبيرة بالنسبة لإكتشاف خطوط امتصاص مادة ما بين النجوم . فقد إكتشف « هارتمان » في عام ١٩٠٤ في مزدوج الجبار أن أغلب الخطوط الطيفية تشترك في الإزاحات الدورية نتيجة دوران نجمي المزدوج في مداريهما فيما

٢- في المزدوجات الطيفية يتواجد النجمان بالقرب من بعضهما بحيث لا يمكن تمييزها بصريا . ويمكن معرفة أنها مزدوجات من التطابق والزخرفة الدورية في طيف كل من النجمين بالنسبة للأخر ، نتيجة لحركة كل منهما حول مركز ثقل المجموعه وما يتبع ذلك من تغير دوري في السرعة الخطية . كما يتم معرفة ذلك أيضا عن طريق وجود زخرفة دوريه للخطوط الطيفية ، لأن هذه الزخرفة تحدث ، في حالة ثبات اللمعان ، فقط في النجوم المزدوجة ويمكننا رؤية طيف النجمين فقط إذا زاد فرق اللمعان بينهما عن قدر واحد .

يعرف حتى الآن حوالي ٢٧٠٠ نجم ثابتة اللمعان ولها سرعات خطية متغيره ، إلا أن هذا التغير مدروس فقط بدرجة جيدة لحوالي ٥٠٠ نجم منها ، لدرجة أمكن معه تحديد مداراتها . والعدد الكلي للمزدوجات الطيفية على ذلك غير معروف حتى الآن ، إلا أنه يعتقد أن يكون ٣٠٪ من النجوم اللامعه وحتى ٥٠٪ من النوع الطيفي مزدوجات طيفية .

يمكن تحديد المسار الزمني لتغير السرعات الخطية أثناء دورة المزدوج من وضع مخروط المدار وكذلك إهليجتيه . ومن ذلك يمكن إستنتاج الأبعاد الضرورية لتعيين المدار . ولما كانت الحركة الحقيقية للنجوم في الفضاء غير معروفة فإن ميل المدار بالنسبة للمستوى المماس غير معروف وكذلك القطر الأكبر للمدار . ولهذا فمن غير الممكن تعيين الكتل . إلا أنه من الممكن حساب النسبة بين كتلي النجمين حتى بدون معرفة الميل ، عندما تتمكن من رصد طيف كل من النجمين ، أي إذا زاد فارق اللمعان بينهما عن قدر



٤ الحركة الخاصة لمركبتي المزدوجي النجمي الشعري البمانية بين عامي ١٩٠٠ و ١٩٨٠ .

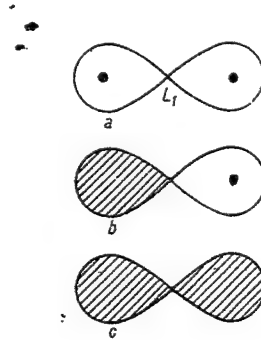
ولو أن وجوده كان معروفا من خلال التغير الحادث في مواقع الشعرى اليمانية . بعد ذلك أمكن مشاهدة الشعرى اليمانية B بطريقة مباشرة كنجم من القدر الظاهري ٨.٦٤ . ومن قيمة التغير في الموقع ودورة ذلك يمكن إستنتاج كتلة التابع ، إذا كان إختلاف منظر النجم الرئيسى معروفا . نتج عن ذلك كتلا بعضها أقل بكثير عن كتلة الشمس وقرية جدا من كتل الكواكب العملاقة (المشتري أو حوالى ١٠٠٠). من كتلة الشمس). مثال ذلك ← نجم السهم وكتلته ١.٨ مره مثل كتلة المشتري . ويمكن على وجه الخصوص استنتاج مثل هذه النجوم صغيرة الكتلة في المزدوجات التى تكون كتلتى نجميها صغيرتين . في هذه الحالة يكون المزدوج النجمى فى الحقيقة عبارة عن مجموعة ثلاثية النجوم . ونرى مثالا للتابع غير المرئى فى نظام ثلاثى النجوم فى النجم ٦١ سيجنى A ، وكتلته ١٠.١٦ ، أو كروجر 60A وكتلته ٩.٠٠٠ . من كتلة الشمس : وكما يتضح من هذه الامثلة فإنه لا يمكن إلى أى حد الزعم بأن كل مزدوج نجمى يحوى فقط نجمين إثنيين .

إن جزءا كبيرا من المزدوجات عبارة عما يعرف بالنظم أو المزدوجات المنفصلة ، التى يكون فيها البعد بين النجمين كبيرا بالنسبة لقطر كل منها . فإذا وضعنا جسم تجريبى صغير قريبا من إحدى النجمين تغلبت جاذبية النجم وسقط الجسم تجاهه . وإذا أبعدنا الجسم التجريبى فى أى إتجاه بعيدا عن النجم وتركناه للدوران حول مركز الثقل المشترك فإننا نصل إلى نقطه تتوازن فيها القوى المؤثره على الجسم التجريبى (قوتى جذب النجمين وقوة الطرد المركزية) . وتوصيل كل هذه النقط نحصل على سطح يسمى سطح التعادل الحرج ، الذى يحتوى نقطة التحرر L_1 للنجمين (← مسألة الثلاثة أجسام) . ويغلف هذا السطح حجمين منفصلين ، مسموح بهما ، يتلامسان فى النقطة L_1 . وفى النظم المنفصلة نجد أن حجم كل نجم أصغر بكثير من الحجم المسموح به وفى النظم

خطوط الكالسيوم المتأين ثابتة . وعلى ذلك فلا يمكن أن يكون النجم هو مصدر خطوط أيونات الكالسيوم هذه ، بل لابد أن تكون قد طبعت على الطيف فى طريق الضوء من النجم إلى الراصد . ولهذا فإن هذه الخطوط تابعة من مادة ما بين النجوم . وفى خلال الأبحاث اللاحقه لمادة ما بين النجوم ثم إكتشاف خطوط أخرى لتلك الماده فى نجوم منفردة أخرى .

٣- والمزدوجات الفوتومترية عبارة عن ← متغيرات كسوفية . وفيها يوجد خط الرؤية من الراصد إلى المزدوج قريبا من مستوى مدار النجمين ، بحيث يغطى أحدهما الآخر لبعض الوقت . ويستدل على صفة الإزدواج من التغير الضوئى أى من خلال طرق فوتومترية .

٤- وفى المزدوجات الأسترومترية التى تعرف أيضا بالنجوم ذات التتابع غير المرئية يستدل على وجود التابع من وجود تغيرات دورية فى موقع النجم عند تحديد موقعه بالنسبة لنجم آخر . والتغير فى الموقع الذى يتجمع مع الحركة الذاتية للنجم ، يحدث بسبب دوران النجم حول مركز الثقل المشترك بينه وبين التابع غير المرئى . وهذا التغير صغير جدا على وجه العموم . إن مثل هذه الحركات يمكن رصدها لنجوم كثيرة . وأشهر مثال لذلك هو نجم الشعرى اليمانية ، الذى ظل تابعه ، الشعرى اليمانية B غير مرئيا



٥ مقطع خلال متساويات الجهد فى (a) نظام منفصل ، (b) نظام نصف منفصل ، (c) نظام متلاحق . وقد ظللت المناطق الملوثة بالمادة . وتدل L_1 على نقطة التحرر الأولى .

النجم الأم ، فإن ذلك يستلزم دوران الأخير بسرعة عالية جدا . ويذكر أيضا بأن يكون النجم المزدوج أو المتعدد عبارة عن حشد نجمي منحل ، وإن كان من غير المحتمل أن يكنى ذلك لتفسير عدد المزدوجات الكثيرة المرصودة ، لأن الحشود التي تتفكك هي تلك التي تتوافر فيها شروط معينة ، وبالتحديد فلا بد أن نجومها كانت مركزة في حيز ضيق (← تحديد العمر) .

كان «و. هرشل» في عام ١٨٠٠ أول من اعترف بوجود المزدوجات العضوية . كما كان «بيكرينج» في عام ١٨٨٩ أول من إكتشف مزدوجا طيفيا . وكان «ه. فوجل» أول مكتشف للطبيعة المزدوجة في المتغيرات الكسوفية .

النجوم المضاعفة

multiple stars
étoiles multiples (pf)
Multiple - Sterne (pm)

أكثر من نجمين يكونان وحده أو نظام بفعل الجذب المشترك . وفي الغالب لا يتم إكتشاف نجوم النظام في نفس الوقت وإنما على أساس أنها ← مزدوجات نجمية . ويتم إدراكنا للنجوم الغير مرئية بما تحدثه من اضطرابات في مدار أى أفراد المزدوج أو كليهما . ومثال النجوم الثلاثية هي مجموعة النجم إيتا الجبار ، التي تحتوى نجم منفرد ومزدوج طيفي يتحركون جميعا حول مركز الثقل المشترك . وتبلغ دوره النجم المنفرد حوالى ٣٤٧٠ يوما بينما دوره المزدوج الطيفي حوالى ٨ أيام فقط . والمجموعة الرباعية تتمثل فيما يعرف بالنجم إكراى اللب الأكبر . فيبدو هذا النجم كمزدوج بصرى زمن دورته ٥٩٧ سنة . وكل نجم من هذا المزدوج هو في حد ذاته مزدوج طيفي زمن دورة الأول ٤ والثاني ٦٩٩ يوما . ومثال المجموعة سداسية النجوم هو النجم ألفا - التوأمن الذي يحتوى على ثلاث مزدوجات طيفية تدور حول مركز ثقل مشترك وأحدها متغير كسوفى .

النصف منفصله يملأ أحد النجمين الحجم المسموح به ، أما في حالة النظم المتلاصقة فيصل كلا النجمين بمادته إلى سطح التعادل الحرج . فإذا ملأ نجم ما حجمه المسموح به أصبح من الممكن أن تعبر مادته خلال نقطة التحرر L_1 إلى النجم الآخر . وفي النظم المتلاصقة يتم تبادل في الكتلة بين النجمين ، ويمكن أن يتبع ذلك نقص في الكتلة نتيجة سريان مادة المزدوج إلى فضاء ما بين النجوم . ومن الممكن أن ينتج عن المزدوج المنفصل مزدوجا نصف منفصل أو ملتصق بعد أن يتم إستهلاك الهيدروجين في الأجزاء الداخلية لأى من النجمين أو كليهما فيتطور النجم بذلك إلى نجم عملاق . كما أنه على العكس من ذلك يمكن أن ينتج من المزدوج نصف المنفصل نظام منفصل ثانية وذلك عندما ينضب مصدر طاقه داخل النجم بينما لا تكفى كتلته لرفع درجة الحرارة المركزية للدرجة تكفى إشعال تفاعل نووى آخر . بعد ذلك تسقط المادة المائلة للحجم المسموح به حول النجم في اتجاه المركز . وآخر مرحلة في مثل هذا التطور هي نجم صغير مضغوط جدا .

النشأة : حسبما يفترض حاليا تنشأ نجوم كثيرة من مادة ما بين النجوم في مجموعات . والإحتمال كبير أن ينشأ نجمين قريبين من بعضهما بحيث يتكون منها مجموعة عضوية . ومن الممكن التفكير في طريقة أخرى لنشأة المزدوجات النجومية ، وذلك بأن تكون قد تكونت نتيجة أسر بعضها للبعض الآخر . وتبعا للحسابات المناسبة يبدو ذلك غير محتمل تماما ، لأن هذا يؤدى فقط إلى أن يصبح ٠.٠٠١٪ فقط من النجوم مزدوجات ، الشيء الذى لا يتفق مع العدد الكبير الذى تم إكتشافه من المزدوجات النجومية . وهناك إمكانية أخرى لنشأة المزدوجات النجومية وذلك بإشطار نجم منفرد إلى نجمين أو أكثر نتيجة سرعة دوران كبيره للنجم الأم . وحيث أن الدوران الكلى للنجم المزدوج لا بد وأن يتساوى مع عزم دوران

نجوم المعلق

Praesepe

هى حشد نجمى مفتوح يشاهد بالعين المجردة فى برج السرطان .

النجوم المغلفة

Shell stars

هى نجوم ذات أغلفة جوية تمتد إلى مسافات بعيدة . ويتضح لنا هذا الغلاف الجوى مما يظهر فى طيف هذه النجوم من خطوط انبعاث طيفيه فى منتصفها خطوط امتصاص ضيقه جدا . ومن المحتمل أن يكون الغلاف الغازى قد نشأ نتيجة الدوران السريع للنجم ، الشئ الذى يؤدى إلى عدم استقرار فى المناطق الإستوائيه للنجم وبذلك تُسرّع المادة إلى الخارج مكونة للغلاف الجوى .

النجوم المغناطيسية

magnetic stars

← المجال المغناطيسى للنجوم .

نجوم ميوقيفاوى

Mio Cephei stars

هى نجوم لها لمعان نصف منتظم التغير يبلغ فى النطاق البصرى من ٣ إلى ١.٢ قدرا بينما التغير فى اللعان البولومترى فقط ربع هذه القيمة . وتتابع التأثيرات فى اللعان فى الغالب بسرعه خلف بعضها ، وشكل المنحنى الضوئى متموج عموما ، إلا أنه من الممكن أن يبق اللعان ثابتا لفترة طويلة . ومن غير الممكن إستنتاج أى علاقة واضحة بين التغير المرصود فى السرعة الخطيه مع التغير الضوئى .

تتنمى نجوم ميو - قيفاوى إلى فوق العمالقة . وتشمل من النوع الطيفى G, B حتى M . كما أن تركيزها بالنسبة لمستوى المجره بسيط . وتعتبر نجوم - ميو - قيفاوى مجموعة فرعية من المتغيرات نصف المنتظمة .

نجوم النثره

Praesepe stars

هى ← نجوم المعلق .

نجوم - نقيض - الغول

Antalgol stars

هى تسمية قديمه لنجوم RR السلياق التى لها لمعان أقصى منتظم وذلك على خلاف نجوم الغول التى لها لمعان أدنى منتظم .

النجوم النيوترونيه

Neutron stars

هى مجموعه من النجوم ذات كثافة عاليه فوق العاده وتدل على وجودها احتمالات كبيره . وتقدر الكثافه المركزيه من حوالى 10^{14} إلى 10^{15} جم/سم³ ، وهى تقرب بذلك من كثافة نواة الذره . وقد وصلت الكثافة إلى هذا الحد الكبير لأن الإليكترونات والبروتونات يمكنها أن يتحولا عند كثافة حوالى 10^{15} جم/سم³ أو يزيد إلى نيوترونات . (العملية العكسيه لتحلل - بيتا ، الذى يتفكك فيه نيوترون إلى بروتون وإليكترون) وفى أثناء تحلل بيتا العكسى أخذت كثافة الإليكترونات وما ينتج عنها من ضغط الإليكترونات فى التناقص ، الأمر الذى أدى إلى زيادة الكثافة إلى 10^{14} جم/سم³ بواسطة إنكماش النجم من ناحية وكون النيوترونات أجسام متعادل ولا تسبب فى قوة طارده هيدروستاتيكيه من ناحية أخرى . يتكون نجم النيوترون أساسا من نيوترونات . وهو محاط بغلاف جوى عادى ، وإن كان سمكه لا يتجاوز بعض الأمتار وتبلغ درجة حرارته بضع ملايين الدرجات . لهذا فإن غاليه إشعاع النجم يوجد فى نطاق أشعة رونتجن . وبسبب الكثافة العاليه فإن قطر نجم نيوترونى له نفس كتلة الشمس يبلغ من ٥ إلى ١٠ كم . وهناك إفترضا بأن نجم النيوترون قد نشأ أثناء انفجار سوبر نوفا من النوع I . كما يفترض كذلك أن تكون نجوم النيوترون الدواره ذات المجال المغناطيسى القوى هى أصل ← البلسار .

وحق الآن لم نتمكن من إثبات وجود نجوم النيوترون عن طريق الأرصاد .

نجوم وولف - رايت

Wolf-Rayet stars

étoiles de wolf-Rayet (pf)

Wolf-Rayet stars

نجوم ذات درجة حراره فعاله عاليه ويظهر في طيفها انبعاثات عريضه وقويه فوق الطيف المستمر الخافت نسبيا . وجزء من هذه الخطوط مصدره الهيدروجين والهليوم . يرمز لهذه النجوم في التقسيم الطبقي بالحرف W (قديما أيضا بالرموز Qa ، Qb ، Qc) وتعرف بنجوم - W . ويجرى تقسيم نجوم وولف - رايت ذاتها إلى مجموعتين : مجموعة أو نجوم WC وتتميز بوجود خطوط انبعاث قويه من الكربون (C) المتأين من مره إلى ثلاث مرات . أما نجوم WN فتوجد بها على وجه الخصوص خطوط انبعاث قويه جدا من النيتروجين (N) المتأين من مرتين إلى أربعة مرات . وهاتين المجموعتين تسميان أيضا بمجموعة الكربون والنيتروجين على التوالي .

يبلغ متوسط اللمعان المطلق في حالة نجوم WC- القدر - ٣.١ وفي حالة نجوم WN- القدر - ٢.٥ ؛ وتتراوح درجات حرارتها بين ٥٠٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ درجة . كما يتضح من الطيف أن نجوم وولف - رايت محاطه بغلاف ممتد تنشأ فيه خطوط الانبعاث . ويرجع العرض الكبير في خطوط الانبعاث من الاضطراب في الغلاف من ناحيه ، ومن ناحيه أخرى بفعل سرعة التمدد العاليه لماده هذا الغلاف ، والتي تصل إلى ٣٠٠ كم . لذلك يبدو أن هذه النجوم تفقد دائما من مادتها إلى ماده ما بين النجوم . وفي مجموعة سكة التبانة يمكن أن يوجد نوعين مختلفين من النجوم التي لها نفس الخواص الطيفيه مثل نجوم وولف - رايت . وبعض نجوم وولف - رايت هذه أعضاء محتمله في تجمع - O ، تنتمي بذلك إلى الجهره الأولى المطرفه ، أى أنها عبارة عن نجوم حديثه النشأة جدا ، بينما البعض الآخر ينتمي كنجوم مركزيه في السدم إلى جهمرة القرص .

تم الآن إكتشاف أكثر من ٢٠٠ نجما من نوع نجوم

وولف - رايت وقد كان الفلكيان « وولف » و « رايت » هما اللذان إكتشفا الأعداد الأولى منها ولذلك سميت هذه النجوم بإسميهما .

النجم

Astroid

هو ← الكويكب .

النحات

Caelum, Cae (L)

هو كوكبة ← النحات

النحلة

Musca, Mus (L)

Fly

mouche (sf)

Fliege (sf)

إحدى كوكبات نصف الكرة السماويه الجنوبي التي لا تشاهد من خطوط عرض البلاد العربيه بإستثناء السودان وجنوب الجزيرة العربيه .

نربيلى

Nereide

أحد ← تابعى نبتون .

نسبة الفتحة

aperture ratio

ouverture relative (sm)

Offnungsverhältniss (sm)

هى النسبة بين الفتحة (قطر المرآه أو الشيئيه) إلى البعد البؤرى ← للمنظار .

النسر

Aquila, Aql. (L)

aquila

aigle (sm)

Adler (sm)

هو كوكبة ← العقاب .

النسر الطائر

Atair (A)

هو ألمع نجم (ألفا) في كوكبة العقاب . والنسر الطائر يتسمى بلمعانه الظاهرى البصرى الذى يبلغ ٠.٧٧ . قدرا إلى ألمع النجوم فى السماء . ويمثل هذا النجم أحد أركان المثلث الصيفى . والنوع الطبقي للنسر الطائر A7 ونوع قوته الإشعاعيه V . وبمقارنه النسر الطائر

والمادة السحابية التي ترى مرتفعه بعيدا فوق الكروموسفير تعرف على حافة الشمس ← بالتواء الشمس . وأى انفجار شمسي هو عبارة عن زيادة في الإشعاع لوقت قصير وفي منطقته ضيقه ومحدده . وتعاني الإشعاعات الراديوية والإشعاعات الجسيمية والمجالات المغناطيسية المحلية من تأرجحات شديده (← الشمس) . وفي ← الكورونا الشمسية يتضح وجود تغيرات شديده في كل من شكل وتركيب الأشعة والانحناءات والتكشفات . وتسجيل النشاط الشمسي تم الاتفاق على نظام دولي لمراقبة الشمس .

تؤثر الشمس على الأرض كذلك (← الظواهر الشمسية الأرضية) على سبيل المثال عن طريق تأثير ما ينبعث أثناء الاضطرابات من إشعاع فوق بنفسجي وكذلك تأثير الإشعاع الجسيمى على التأين في الغلاف الجوى والمجال المغناطيسى الأرضى .

ترتبط الظواهر المختلفة للنشاط الشمسي إلى حد كبير ببعضها ، الشيء الذى نراه واضحا فى حدوث ظواهر مختلفة فى نفس الوقت . ومن هنا فإنه لا يبدو غريبا أن تسود لجميع الظواهر دوره قدرها ١١ سنة ، والتي نراها فى الكلف الشمسي . لهذا يحسن التحلل عن دوره النشاط الشمسي . ويرجع السبب فى نسبة الترنج فى شيوع ظواهر النشاط الشمسي إلى الكلف الشمس لكون التغير فى شيوع الأخير معروف بدرجة جيدة منذ وقت طويل . ويتغير المجال المغناطيس فى الكلف الشمس كل ٢٢ سنة ، بحيث تستمر دوره النشاط الشمسي فى الواقع لفترة ٢٢ سنة . وحتى الآن لا توجد نظرية مقننه عن نشأة النشاط الشمسي بظواهره المختلفة ودورته . ويغلب الظن بأن يلعب المجال المغناطيسى دورا كبيرا ، وهو يرتبط بدوره بالأحداث تحت الفوتوسفير فى منطقة تيارات حمل الهيدروجين .

وأىضا من ناحية المكان فإن ظواهر النشاط

بالشمس نجد أن قطره أكبر بقليل من قطر الشمس إلا أن إشعاعه يبلغ حوالى عشر مرات مثل إشعاعها ودرجة حرارة سطحه الفعاله ٨٠٠٠ درجة ، أى أكبر من نظيرتها للشمس . ويبعد النسر الطائر عنا بحوالى ٥ بارسك أو ١٦ سنة ضوئية . أى أن هذا النجم يتنى إلى النجوم القريبه من الشمس .

النسر الواقع

Wega (A)

هو ألمع نجم (ألفا) فى كوكبة السلياق . وهذا النجم بلمعانه الظاهري البصرى من القدر ٠.٣ . ويتنى إلى ألمع نجوم السماء ؛ كما أنه أحد أركان المثلث الصيفى . والنسر الواقع من النوع الطبقى AO ونوع قوة الإشعاع V ، أى نجم تتابع رئيسى متقدم النوع الطبقى . وتبلغ قوة لمعان النسر الواقع ٥٠ مره أكبر من الشمس . ويقدر بعد النسر الواقع عنا بحوالى ٨ بارسك أى ٢٦ سنة ضوئية .

نسق كابتن

Kapteyn system

système de Kapteyn (sm)

Kaptaynisches Schema (sn)

هو طريقه إقترحها «كابتن» لخطوات حساب تعين الكثافة الحجميه للنجوم فى الطريق اللبنى ؛ ← الإحصاء النجمى .

نشأة الأجرام السماويه

formation of heavenly bodies

formation des corps celeste (sf)

Entstehung der Himmelskörper (sf)

موضوع يعالجه ← الكسوموجونى .

النشاط الشمسي

solar activity

activité soiaire (sf)

Sonnenaktivität (sf)

هى كل التغيرات قصيرة الزمن على الشمس . ويتنى إلى ذلك ← الكلف الشمسي المعروف ، الذى يتغير شيوعه خلال دوره البقع الشمسيه وقدرها ١١ سنة . تسمى المناطق اللامعه على صور الفوتوسفير والكروموسفير الشمسين ← بالمشاعل الشمسيه .

وتتواءم اضطرابيه ، وزيادة في شدة خطوط الكورونا). كما تحدث تكثفات في الكورونا الشمسية .

بعد دوره شمسيه : يبلغ المجال المغناطيسي أقصى شدة له ، ولا تزال منطقه المشاعل على نفس لمعانها ، إلا أنها امتدت لأماكن أكبر . يبقى فقط من البقع الشمسية البقعة -P . يتم تكوين تنوء شمسي في حالة ساكنه يتجه من البقعة P إلى القطب . وصلت خطوط الكورونا إلى أقصى شدة لها . بعد ذلك تبدأ الاضطرابات في النقصان .

بعد دورتين شمسيتين : ينخفض لمعان المشاعل كما تختفي كل البقع ويزداد الزغب ليشمل منطقه بطول ١٠٠٠٠٠ كم . وتبدأ خطوط الكورونا في الضعف .

بعد ثلاث دورات شمسية : تقل شدة المجال المغناطيسي ، وتحلل المشاعل ، ويزداد طول التنوء أكثر .

بعد أربع دورات شمسية : يستمر المجال المغناطيسي في النقصان ويتوزع على مساحة أكبر وتتكرر التنوءات على جانبي خط الإستواء الشمس .

بعد ٦ دورات شمسية ثم بعد ذلك : يزداد انحلال المجال المغناطيسي ويصبح أحادي القطب وتتكون شعاعات الكورونا ويتحلل الزغب .

نشأة العناصر الكيماوية

elements synthesis
formation des éléments (sf)
Elementenentstehung (sf)

إنظر أيضا ← شيوخ العناصر في الكون . لا يمكن القول بأي حال أن مسألة نشأة العناصر الكيماوية قد فرغ من حلها . وليس هذا ممكناً لأن كثيراً من القيم النووية المطلوبة لنظرية نشأة العناصر لازالت غير معروفة . وهناك مجموعة من النظريات تنطلق من نشأة العناصر في وقت قصير جداً خلال المرحلة المبكرة للكون ، بحيث كان الجزء الرئيسي من

الشمسي المنفصله تبدو مرتبطه مع بعضها في غالب الاحيان ، لدرجة أنها تنطلق من أو ترى في نفس المكان المحدد من سطح الشمس . ويسمى مثل هذا المنبع المنطقي مركز نشاط . وهو ينشأ في مكان ما على سطح الشمس ويحدث له تطور ما يختلف شدته ثم يختفي بعد ذلك . يحتوى الحصر الآتي على التطور الزمني النمطي لمركز نشاط قوى . ويلاحظ وجود اختلافات كبيره عن هذا الحصر ، إلا أنه يمكن الأكفاء بهذا الحصر طالما أننا لانعرف الظروف الفيزيائية بطريقة أفضل .

اليوم الأول : ظهر على سطح الشمس مجال مغناطيسي .

اليوم الثاني : تحول المجال المغناطيسي إلى ثنائي القطب ، أي تطور إلى مجالين مغناطيسيين متجاورين متضادى القطبين ، كما ظهر مشعل شمسي صغير .

اليوم الثالث : إمتد المجال المغناطيسي إلى منطقة يزيد قطرها عن ٥٠٠٠٠ كم ، إزداد كل من حجم ولمعان المشاعل الشمسية ، وظهرت في المنطقة القريبه منها بقعه هي البقعة الرئيسي أو القائدة ، البقعة -P . وحول المشعل الشمسي تكون زغب شمسي قصير العمر . كما أن خطوط الكورونا شديده بعض الشيء .

اليوم السادس : ظهرت البقعه التي تتبع البقعه القائده ، أي التابعه التابعه أو البقعه -F ولكل من البقعه -P والبقعه -F مجال مغناطيس مضاد للآخر . وبين البقتين نشأت بقعا صغيره ، كما ظهرت تنوءات كلفيه . وبين البقتين الرئيسيتين أصبحت أولى الاضطرابات مرثيه .

اليوم الاثني عشر : تظهر مناطق المشاعل أكثر لمعانا وتمتد إلى قطر قدره ١٥٠٠٠٠ كم . وتصل مجموعه ، البقع الشمسيه إلى أكبر قطر لها ، وتحدث النهاية العظمى لشدة وشيوخ الاضطرابات بكل ما يصاحبها من ظواهر (إشعاع راديوي ، وإشعاع جسيمى ،

إنتاج الطاقة داخل النجوم . فمن الهيدروجين يتم بناء الهليوم فقط عن طريق اندماج - بروتون - بروتون وذلك في المرحلة الأولى لبناء العناصر ، حيث أن ما يلزم حلقة C-N-O من كربون وأكسجين ونيوترون لم يتم تكوينها بعد . ويبدأ تفاعل البروتون - بروتون في درجة حرارة حوالى 10^7 درجة .

وعند حوالى 10^8 درجة تنشط عملية بناء البيريليوم ${}^8\text{Be}$ والكربون ${}^{12}\text{C}$ والأكسجين ${}^{16}\text{O}$ والنيون ${}^{20}\text{Ne}$ من جسيمات ألفا ، أى نويات الهليوم ، على التوالى . وارتفاع درجة الحرارة إلى 10^9 درجة يمكن أن تندمج جسيمات ألفا أخرى مع النوى المتكونة إلى أن يتكون التيتانيوم ${}^{48}\text{Ti}$. ومن $10^9 \times 2$ إلى $10^9 \times 4$ درجة تنشط عمليات كثيرة من البناء والتحلط بجانب بعضها البعض مثل اندماج مع البروتونات وتحللها من نوى الذرات ، الشيء الذى يؤدى إلى بناء العناصر حتى فصل إلى الحديد ${}^{56}\text{Fe}$. وطاقة الربط لكل لبنة من الحديد أكبر ما يمكن . وارتفاع درجة الحرارة أكثر من ذلك لا يؤدى إلى بناء عناصر أثقل وإنما على العكس من ذلك إلى تحطيم العناصر الثقيلة أى إعادة بناء العناصر الخفيفة . يمكن تفسير « قة الحديد » أى الشبوع الكبير للعناصر عند الحديد وما يماثله من العناصر الثقيلة المجاورة في منحى ← شيوخ العناصر الكيماوية على ضوء الثبات الكبير لنواة الحديد . كما يمكن توضيح النهاية الصغرى في شيوخ العناصر عند الليثيوم والبيريليوم والبورون بأن هذه العناصر قد استهلكت في عمليات البناء ولم تنشأ من جديد بكميات كافية .

تؤدى الإندماجات النووية التى درسناها حتى الآن إلى تكوين العناصر حتى الحديد . ولبناء العناصر الأثقل من ذلك توجد فى الغالب طرقا أخرى . لهذا الغرض تذكر عملية إقتناص نيوترون يزيد من الوزن الذرى بدون زيادة العدد الذرى . أى أنه يتم بهذا بناء نظائر أثقل للعنصر الواحد . والنوى التى تحتوى على

العناصر الكيماوية موجودا أثناء تكوين أول جيل من النجوم . والمعروف أن المرحلة الأولى للكون اختلفت كثيرا عن الحالة التى هو عليها الآن (← كسمولوجى) . ف بجانب تركيز كبير للكتلة سادت درجة حراره عاليه جدا . وتحت هذه الظروف المتطرفه أمكن حدوث تفاعلات نوويه - على غرار ما يحدث الآن فى داخل النجوم - أدت إلى بناء عناصر ثقيلة من الماده الأصلية المتكونة فقط من بروتونات ونيوترونات وإلكترونات . وكتيجه لتمدد الكون إنخفضت كل من الكثافة ودرجة الحرارة بسرعه بحيث توقف نشوء العناصر . وتبعاً لتلك النظريات إستغرقت عملية بناء العناصر من دقائق إلى ساعه على أقصى تقدير . وعن طريق هذه النظريات أمكن تفسير نسبة الهليوم الكبيره (← شيوخ العناصر الكيماوية) التى تبلغ من ٢٠ إلى ٣٠٪ من وزن الكون . فى مقابل ذلك أمكن بدرجه أقل جوده توضيح نسبة العناصر الثقيلة التى تتطلب لبنائها من البروتونات والنيوترونات وقتاً أطول مما كان متاحاً أثناء التمدد فى الطور الأول للكون .

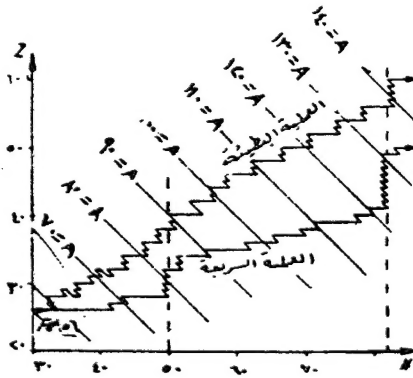
نفترض المجموعه الأخرى من النظريات أن نشأة العناصر الكيماوية عملية مستمره حتى الآن أيضا . وتنطلق هذه النظريات كجميع النظريات الكسمولوجيه من حالة بسيطه بقدر الإمكان تكونت منها الحاله الراهنه حسب القوانين الفيزيائيه المعرفه . وتبعاً لذلك تكونت جميع العناصر بنسبها الحاليه خلال تفاعلات نوويه للهيدروجين ، أخف العناصر وأسهلها تركيباً ، وذلك فى زمن يبلغ بلايين السنين . ويؤيد فكرة الهيدروجين كعنصر إنطلاق أنه أكثر العناصر شيوعاً فى جميع الأجسام الكونيه . وبناء العناصر الثقيله بالتتابع من خلال التفاعلات النوويه فى داخل النجوم جاء نتيجة لما يسود هناك من درجات حراره عاليه وكثافات كبيره . وبأى فى مقدمه العمليات النوويه لبناء العناصر ما عرف منذ زمن طويل من إندماج نووى كمصدر من مصادر ←

الرصاص بسرعته. ويمكن تتبع خطوات بناء العناصر الثقيلة من نويات العناصر الخفيفة على شكل P-N (الشكل)؛ حيث تم بعد كل عملية تخطوها النواة رسم العدد الذري مقابل عدد النيوترونات وتوصيل النقط الناتجة نحصل على مسار التطور الذي تسلكه العملية البطيئة في شكل P-N الذي يحتوى القيم الثابتة للبروتونات والنيوترونات.

يتم التطور بطريقة مخالفة لذلك تماما - الطريقة السريعة - في حالة وجود منبع نيوترونات فياض. بذلك تكون الفترة الزمنية بين كل إندماجين متتاليين للنيوترونات بالنواة قصيرا لدرجة إن النواة لا تجد الوقت للتحلل عن طريق إشعاع جسيمات β بغية الوصول إلى نواة مستقرة. ولذلك نجد مسار التطور للتحول المتتالي من نواة خفيفة إلى نواة ثقيلة في شكل P-N خارج منطقة النوى المستقرة في حيز يتميز بوجود نوى لها فائض نيوترونات كبير. وهذه العملية السريعة يمكن أن تنشأ عناصر أثقل وأثقل حتى الكاليفورنيوم ^{254}Kf غير المستقر عن طريق إقتناص النيوترونات. وعلى حسب مايفترض تحدث العملية السريعة أثناء انفجار سوبرنوف. وبعد نضوب المصادر الغزيرة للنيوترونات تتحول النواة الناتجة إلى نواة مستقرة من خلال أشعاعها لجسيمات β ويقدر أن تتمكن سوبرنوف من إنتاج عناصر ثقيلة كافية لما يوجد في ١٠ مره مثل كتلة الشمس ويشابه في تركيبه الكيماوى مع المجموعه الشمسيه. ويبدو ذلك متمشيا مع ماحدث من انفجارات بالنسبه للكتله الكليه للطريق اللبنى. ولايتم بناء العناصر بنفس السرعة في جميع أجزاء «مسار التطور»؛ فهناك نوى معينه تقتنص النيوترونات بصعوبه. وهذه هي ذوات «الأعداد السحريه» من النيوترونات ٥٠، ٨٢، ١٢٦ التي إمتلأت فيها بالضبط كل قشرة نيوترونات. وفي هذه الأحوال يتوفر الوقت بين كل إقتناصين متتاليين للنيوترونات أكثر مما في المناطق الأخرى، وعلى ذلك فإن سرعة نمو هذه النظائر صغير. ويمكن

فائض كبير من النيوترونات غير مستقره بل إنها تتحلل عن طريق إشعاع جسيمات β (بيتا). بذلك يتحلل النيوترون في النواة إلى بروتون ويزداد بذلك العدد الذري ويتم إشعاع إليكترون سالب إلى الوسط الخارجى على شكل جسيمات بيتا. وفي حالة ثبات الوزن الذرى فإن العدد الذرى يزداد بإشعاع جسيمات β حتى نصل إلى نسبة من البروتونات والنيوترونات في النواة تكون معها النواة مستقره. وبهذه الطريقة ينشأ نظير ثابت لعنصر جديد.

من الأهمية بمكان سرعة إقتناص النيوترونات بالنسبه لسرعة اشعاع جسيمات β وفي العاده يوجد عدد قليل من النيوترونات في داخل النجم لعملية الإنتاج. ولهذا السبب نجد أن الزمن طويل جدا بين كل إلتحامين. وعلى ذلك فإن النواة يمكنها عن طريق إشعاع جسيمات β الوصول إلى عنصر مستقر. وبهذه الطريقة البطيئة يمكن بناء جميع العناصر حتى البسموت ^{209}Bi في حوالى ١٠^{١٠} سنه. وهنا تنتهى العملية لأن ما يتم بناءه بعد ذلك يتفكك إلى نوى

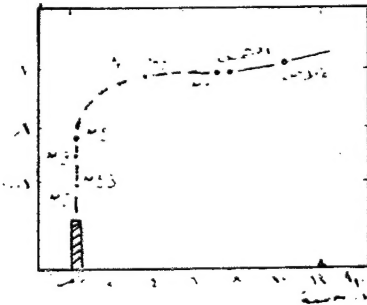


١ نشأة نويات العناصر الثقيلة خلال إقتناص النيوترونات عدد الشحنة، Z عدد النيوترونات، N $N + Z = A$ الوزن الذرى، وقد تم بصفة خاصة تمييز العددين السحريين $N = 50$ ، $N = 82$. ويلاحظ أن إقتناص النيوترونات يسبب في حركة موازية لمحور N (←) بينما تحلل بيتا يتسبب في حركة على طول خط متساويات A (↖). ويقع حيز النوى المستقرة حول العمليات البطيئة.

النجوم الساخنة ذات الكتلة العالية (\leftarrow الغلاف الجوى النجمي) أو على شكل دفعات كما في حالة انفجار النوا. كما أن انفجار سوبر نوا لا يقذف فقط بغلاف النجم وإنما يجره قم من النجم نفسه إلى الخارج . وتزويد مادة ما بين النجوم بالعناصر الثقيلة على أكثر احتمال مصدره انفجارات السوبر نوا .

يمكن القول بأن النظرية التي شرحناها لنشأة العناصر تفسر التوزيع المشاهد للعناصر الثقيلة بصورة جيدة ، ألا أنها تعطي للهليوم قيا أقل بكثير مما تأتى به الأرصاد . لهذا السبب فإن العناصر الكيماوية يتم إفترضها حاليا على مرحلتين منفصلتين وغير معتمدتين على بعضهما البعض : المرحلة الأولى تقتصر على الفترة الزمنية المبكرة أثناء تمدد الكون ، وفيها تكون جزء كبير من الهليوم . أما المرحلة الثانية فلا تزال مستمرة حتى الآن وهى عملية مشتركة مع إنتاج الطاقة فى داخل النجوم و \leftarrow تطور النجوم وذلك بدرجة وثيقة . وفى هذه العملية يتم أساسا بناء العناصر أو النظائر الثقيلة . وهذا التطور هو نسج من النظريتين السابقتين .

يمكن تصور « التطور الكيماوى » لسكة التبانة كما يلى : أولا كانت هناك كتلة غازية غير محدودة الشكل



٢ التغير الزمنى لشبوع العناصر الثقيلة فى مجرة سكة التبانة التى يقدر عمرها بحوالى ١٢ بليون عام . ويعطى الشكل النسبة المرصودة للحديد الى الهيدروجين فى بضع حشود نجمية (منسوباً الى القيم الشمسية) . وتتميز المنطقة المظلمة الفترة الزمنية التى نشأت فيها جبهة الهالة ، أى الأجسام مثل الحشود الكروية M5, M53, M2 .

تمثيل ذلك كما لو كانت النوا فى سيرها بشكل P-n تقابل فتحات ضيقه تجعلها تُخترن أمامها . لهذا نجد بصورة خاصة نظائر كثيرة لها هذه الأعداد السحرية من النيوترونات . وبهذه الطريقة تنشأ نوى كثيرة ذات الأعداد السحرية ٥٠ ، ٨٢ ، ١٢٦ من النيوترونات أى ذات الأوزان الذرية ٩٠ ، ١٣٩ ، ٢٠٨ تقريباً . وعن هذه تنتج القمم فى شكل شيوخ العناصر . ومن نتائج العملية السريعة يمكن أن تنشأ نظائر كثيرة حتى الأوزان الذرية ٨٠ ، ١٣٠ ، ١٩٤ فقط بالتقريب ، وذلك إلى أن ينضب معين النيوترونات . وعند هذه الأعداد توجد أيضاً قمم فى شكل شيوخ العناصر . لإنتاج العناصر الخفيفة النادرة نسبياً مثل الليثيوم والبيريليوم والبورون التى ، كما ذكرنا ، لا تبقى فى داخل النجوم يمكن أن تكون هناك عملية أخرى فى غلاف النجوم الباردة نسبياً . يدل على ذلك ما شوهد من كثرة شيوخ الليثيوم عن العادى فى أغلفة بعض النجوم . ومن المحتمل أن تحصل اللبنة هنا على طاقة من خلال المجال المغناطيسى الذى يسرعها بدرجة كبيرة بحيث تزداد طاقة حركتها حتى تبدأ فى التفاعل النووى .

إذا كانت العناصر الموجودة فى مادة ما بين النجوم - بإستثناء الهيدروجين - قد نشأت فى داخل النجوم ، فلا بد أن هذه العناصر قد إنتقلت أولاً إلى أغلفة النجوم ثم أعطيت بعدها لمادة ما بين النجوم . وحسب الأفكار النظرية فإن إنتقال مادة كثيرة من داخل النجم إلى غلافه بحيث يحدث خلط سريع لمادة النجم هو أمر غير متوقع . لكن إكتشاف وجود التكنيكوم (T_c) غير المستقر وذى متوسط العمر 10×2 سنة فى أغلفة نجوم S - يجعل إنتقال هذا العنصر من داخل النجم - وهو مكان حدوث العملية البطيئة - إلى غلافة الجوى لا يتعدى 10×2 سنة . أما حدوث العملية البطيئة فى داخل النجم فيستدل عليه من شيوخ النظائر ذات الأوزان الذرية ٩٠ ، ١٣٩ ، ٢٠٨ (انظر قبله) . ويتم إنتقال مادة النجم

نصف القطر الأكبر

semimajor axis

demi - grand axe (sm)

grösse Halbachse (sf)

هو نصف المحور الأكبر في قطع ناقص . وفي حالة المدارات البيضاوية للأجسام السماوية هو عبارة عن نصف البعد بين نقطتي الأوج والحضيض .
ونصف القطر الأكبر هو أحد ← عناصر المدار .

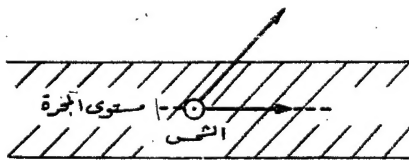
النطاق الخالي من السدم

zone of avoidance

zone d'absence (sf)

Nebelfreizone (sf)

هو حزام مختلف العرض يمتد بطول خط إستواء المجرة ولا ترى فيه أية مجموعات نجمية خارجية (سدم خارجية) أو على الأقل لا ترى إلا في مناطق صغيرة ومنعزلة . ويتصل بالنطاق الخالي من السدم من ناحيته في إتجاه العروض المجرية الأعلى على الجانبين النطاق الفقير بالسدم . وفي هذا النطاق يقل عدد المجموعات النجمية المرصودة في وحدة المساحة كثيرا عما هو عليه عند أقطاب المجرة . والسبب في إختفاء الأجسام الخارجية في النطاق الخالي من السدم يأتي بفعل إمتصاص الضوء بواسطة مادة ما بين النجوم الترابية ، التي تتجمع في طبقة رقيقة حول مستوى المجرة وتمتص ضوء المجموعات النجمية الخارجية الموجودة خلفها بالنسبة لنا على الأرض . وتأثير الإخفاء كبير لدرجة أنه بالنظر من المجموعة الشمسية ، الموجودة في وسط هذه الطبقة في إتجاه مستوى المجرة فإننا لا نرى أى مجموعة نجمية خارجية أما في إتجاه العروض المجرية الأعلى فإن شعاع الضوء يقطع طريقا أقصر في مناطق



١ رسم تخطيطي لمادة ما بين النجوم بالقرب من مستوى المجرة . ويشير السهم إلى إتجاه الرؤية من الشمس في مستوى المجرة وفي العروض المختلفة .

مكونة أساسا من الهيدروجين وما تكون في مرحلة الكون المبكرة من هليوم . من هذه الكتلة الغازية تكونت أولى نجوم الهالة (الجمهرة الثانية) . وكبير الكتل من هذه النجوم صنع تطورا سريعا تم معه بناء عناصر أكثر وأكثر ثم أعطيت لمادة ما بين النجوم . وهذا الإثراء لمادة ما بين النجوم بالمادة يلاحظ أيضا حاليا وبصورة أوضح للنجوم كبيرة الكتلة . وقد تكونت نجوم الجمهرة الأولى كنجوم مرحلة لاحقة ، أى متأخرا جدا بعد نجوم الهالة وذلك من مادة ما بين النجوم بعد أن إزدادت فيها نسبة العناصر الثقيلة . ونجوم الجيل الثاني هذه كان لها وقت نشأتها التركيب الكيماوي الذي يوجد الآن في غلافها وكذلك في مادة ما بين النجوم . وفي حالة النجوم صغيرة الكتلة من الجمهرة الثانية سار تطور النجوم وبالتالي نشأة العناصر أكثر بطئا . لذلك نجد هذه النجوم بمحتواها من العناصر الثقيلة القليل نسبيا كمثال ← لشيوع العناصر الكوني في حقبة سابقة عن المرحلة الثانية لنشأة العناصر .

نشأة النجوم

star formation

création des étoiles (sf)

Sternentstehung (sf)

← الكسومجوني .

نصف الظل

penumbra

pénombre (sf)

Halbschatten (sm)

هو النقطة التي لا يصل فيها ضوء المنبع الضوئي جزئيا . وعلى خلاف ← الظل التام يوجد أيضا نصف ظل القمر أو الأرض أثناء ← الكسوف أو ← الخسوف .

نصف قطر جرم سماوي

radius of a heavenly body

rayon du corps céleste (sm)

Radius eines Himmelskörpers (sm)

انظر ← قطر جرم سماوي .

نظام الإحداثيات الأساسي (الثابت)

Inertial system

هو نظام إحداثيات ينطبق فيه قانون جاليلي لكمية الحركة . وتبعاً لذلك فإن أى جسم ليس خاضعاً لآية قوى بالنسبة لنظام الإحداثيات الأساسي يكون في حالة هدوء أو حالة حركة منتظمة . وأى نظام آخر له سرعة خطية بالنسبة لنظام الإحداثيات الثابت هو بالطبع أيضاً نظام ثابت . بخلاف هذا لا يوجد نظام إحداثيات ثابت مقابلاً لحركة دورانية أو نظام دوار .

نظام - UBV

UBV - system

système UBV (sm)

UBV System (sn)

← الفوتومتري ، ← معامل اللون .

نظام - MKK-, MK

MK, MMK system

système MK, MKK (sm)

MK, MKK System (sn)

هو نظام لتقسيم النجوم ، يتم فيه ذلك على حسب النوع الطيفي و ← نوع قوة الإشعاع .

النظام البروجي

ecliptic system

système ecliptique (sm)

Ekliptiksystem (sn)

هو نظام ← إحداثيات فلكي .

نظام (مجموعة) تداخل

Interferenzsystem

هو إحدى آلات ← الفلك الراديوي .

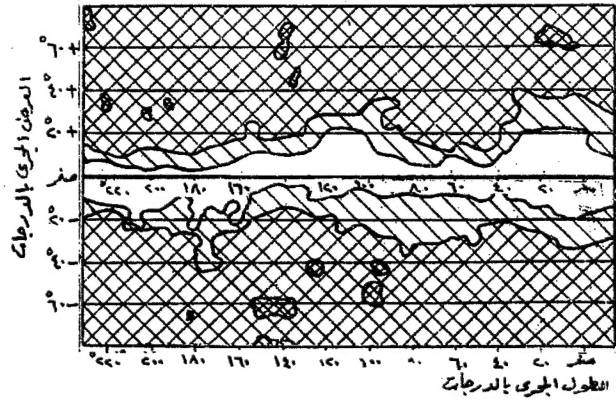
نظام الكون

cosmos, Univers

cosmos (sm), univers (sm)

Kosmos (sm), Weltbild (sn)

١- في المعنى العام عبارته عن فكره متكامله عن
← تركيب الكون أى العالم ككل . وقد حاول
الإنسان تكوين أفكار عن نظام معين للكون من قديم
الزمان . ففي أقدم هذه الأفكار توجد الأرض في
منتصف العالم . وقد تخيل الإنسان ، على سبيل



٢ المناطق الخالية من السدم والمناطق الفقيرة بالسدم . وكثافة التظليل دليل على كثافة المجموعات النجمية (السدم) في وحدة المساحة .

الإمتصاص الكبير ، بحيث أن اللمعان الظاهري للمجموعات النجمية لا يكاد يضعف . ولما كانت مادة ما بين النجوم ذات أشكال سحابية ، فإن النطاق الخالي من السدم ليس مستوى الحدود ، بل إن فرادى السحب الداكنة تصنع خلجان كثيرة . ويلفت النظر إتساع النطاق الخالي من السدم في إتجاه مركز المجرة (الطول المجرى صفر) وكذلك في إتجاه كوكبة قيفاوس (الطول المجرى ١١٥) . علاوة على ذلك يلاحظ ووجود خلجان على الناحية الجنوبية من العروض المجرية في برج الثور وكوكبة الجبار عند الأطوال المجرية ١٦٠ ، ١٨٠ ، ٢١٠ .

النظائر

isotopes

isotopes (pm)

Isotope (pn)

هي الذرات ذات الكتل المختلفة للعنصر الكيماوي الواحد ؛ ولها في النواه نفس عدد البروتونات ولكن عدداً من النيوترونات مختلف وبالتالي يتج وزناً ذرياً مختلفاً أيضاً . وهناك نظائر مستقره وأخرى غير مستقره ، أى مشعة . ولما كان عدد الاليكترونات هو نفسه في حالة الذره فإن للنظائر نفس التفاعلات الكيماوية تقريبا (← تركيب الذرة) .